

## Ⅲ－B 378

## 地下トンネル湧水の濁り除去について

JR 東日本 東京支社 正会員 ○志野達也

JR 東日本 東京支社 正会員 加藤正二

JR 東日本 東京支社 正会員 中村 宏

## 1. はじめに

トンネルからの湧水（排除水）を河川や運河など公共用水域に流下させる際には、関係自治体が定める水質基準を満たす必要がある。しかしながら、近年の環境問題への関心の高まりから、近隣住民に対する特段の配慮が欠かせなくなっており、既定基準だけでなく色度や濁度といった外観的項目もクリアする必要がある。この度、当社横須賀線東京トンネルから排出される水の濁り対策において大きな成果が得られたので、本稿で報告する。

## 2. 概要

東京トンネル内の湧水は、センタードレーン（排水こう）を経由して地下貯水槽に集水し、ポンプで地上排水場に揚水して運河に放流している（図 1 参照）。この湧水はトンネル内での発生時には透明であるが、集水過程で赤褐色に着色されてしまう。こうした状況を解消するため度々清掃作業を行ってきたが、経時とともに再び汚染が進行し抜本的な対策とはなっていなかった。

本トンネルが埋設されている東京礫層の地下水脈には、多くの鉄分が含まれていることが確認されており、当該湧水の水質調査においても溶解性鉄分が検出された。湧水の濁りは、集水経路の汚染が著しいため繁殖したバクテリアによって、鉄分が酸化促進されることに起因している。またカルシウム分が溶解していることから、それが鉄を凝集して色度、濁度を増す原因となっている。

色度に反映する薄茶色の物質は、懸濁鉄（水酸化第二鉄）及び細かい砂分が主成分である。濁り（＝濁度、色度）以外は水質的に問題がないことから、その原因物質の除去を目的とした対策を講じることとした。

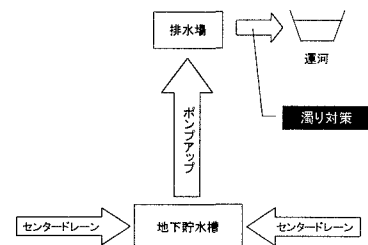


図 1. トンネル集水経路

## 3. 対策の検討

湧水中の鉄分は大部分がコロイド状もしくは浮遊状態で存在するため、排水場の沈殿槽ではほとんど沈殿しない。この状態を改善するため、湧水中の鉄分を物理的に分離回収することとした。対策は第一処理としてのフロックの生成、第二処理としての分離回収のそれぞれにおいて、既存排水場内の小スペースで設置可能な対策案についてミニプラントを作成し、運河水と同等もしくはそれ以下の濁度、色度を目標値とした水質処理試験を実施した。

その結果、第一処理では電圧式水処理方式とオゾン処理方式に大きな効果があることが分かった。しかし電圧式水処理方式については、フィルターの目詰まり防止を目的とした逆洗浄の回数が約 30 回／日と多くなるため沈殿槽を特殊な形状にしなければならぬことや、電磁バルブを多用するなどシステムが複雑でメンテナンスが困難であることから、オゾン処理方式を採用することとした。

表 1. 水質試験結果

| 項目         | トンネル湧水   | 処理水     | 運河水  |
|------------|----------|---------|------|
| PH         | 7.6～8.0  | 7.6～8.6 | 7.3  |
| SS(懸濁固形物)  | 6.0～12.0 | 5.0     | —    |
| 全鉄(mg/l)   | 3.2～5.3  | 0.15    | 0.14 |
| マンガン(mg/l) | 1.2～2.4  | 2.0     | —    |
| 濁度         | 17～30    | <9      | 9～14 |

キーワード: トンネル湧水、濁り、オゾン注入および繊維ろ過

連絡先: 〒114-0014 東京都北区東田端2-20-68 TEL03-5692-6140 FAX03-5692-6141

また第二処理は、繊維集合体によるろ過方式を採用することとした。繊維ろ過は砂ろ過に比べろ過速度が大きく装置がコンパクトであるという特徴を有しており、今回大規模な砂ろ過装置を設置することが困難であること、既設貯水槽が小さいためろ過速度を大きくする必要があることなどから、もっとも有効であると判断したためである。

なお、オゾン注入と繊維ろ過を組み合わせることで水質処理試験を実施した結果を表 1 に示す。各種水質もさることながら、特に今回問題となる濁度において運河水と同程度に改善されることが確認できた。

#### 4. オゾン注入および繊維ろ過による処理

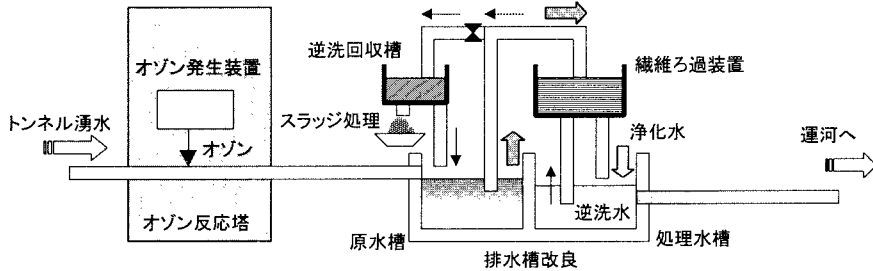


図 2. 処理設備概要

今回設置した処理設備の概要を図 2 に示す。太い矢印が処理水の主な流れである。なお、原水槽および処理水槽は、既設の排水槽に間仕切り等改良を施したものである。

まずトンネル湧水を排水管および揚水ポンプにてオゾン反応塔へ流入する。そこでオゾン発生装置で空気に紫外線を照射して発生させたオゾンと湧水を十分に酸化反応させ、水中に存在するコロイド状の鉄分を微細な鉄粒子に拡大させる。なお未反応のオゾンは大気中に放出されるようになっており、処理水中にはオゾンは含有しない。

その後酸化した水は、処理の平準化ならびに水質の均質化を図るために曝気すべく原水槽に送られる。ここでろ過ポンプの安定運転を図るため 15 分程度滞留させた後、繊維ろ過装置へ送られる。繊維ろ過装置にて、先程酸化させた粒子を拡大した鉄分やその他着色成分を捕捉する。浄化した水は処理水槽へ流下され、運河へと放流される。

処理水槽に流下した浄化水のうち、一部は繊維ろ過装置を洗浄するために逆洗水として用いられる。逆洗水はろ過装置で捕捉された鉄分を回収し逆洗回収槽に送られる。この過程で、鉄分の沈降分離を促進するため、逆洗水に凝集助剤を注入する。逆洗回収槽でさらに 1 時間半程度滞留させスラッジを沈降させた後、スラッジポンプにてスラッジ貯槽へと送る。そして貯留・濃縮したスラッジは、別設の脱水機に搬送し脱水した後、産業廃棄物処理する。

#### 5. まとめ

上記処理を実施した結果、表 2 に示すような改善効果を得た。特に今回除去すべき鉄分の含有量と濁度の 2 項目でめざましい効果を得た（図 3 参照）。

今回のケースのように、トンネル湧水中に多量の鉄分を含むことに起因している濁水を処理する際には、オゾン注入および繊維ろ過による処理方法が適していることが実証された。この処理方法は、メンテナンスが比較的容易であり設置スペースが小規模で済むという特徴を有することから、今後のトンネル湧水における濁り処理に広く活用できると考える。

今後とも、今回の経験を生かし従来以上に、鉄道事業者として環境に配慮しつつ業務を遂行する所存である。

表 2. 当処理設備による改善効果

| 項目         | トンネル湧水 | 処理水  |
|------------|--------|------|
| PH         | 7.6    | 8.0  |
| SS(懸濁固形物)  | 16.0   | 1.0  |
| 全鉄(mg/l)   | 6.0    | 0.05 |
| マンガン(mg/l) | 3.3    | 2.4  |
| 濁度         | 39     | <5   |

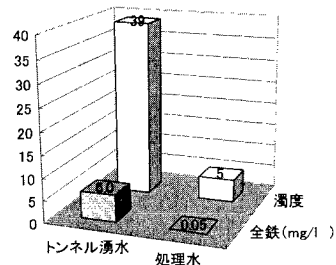


図 3. 全鉄および濁度の比較